

# Three-phase brushless DC motor driving circuits and methods using one hall signal

Patent Number: US5892339  
 Publication date: 1999-04-06  
 Inventor(s): PARK SHI-HONG [KR]; LEE YUN-KEE [KR]  
 Applicant(s): SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]  
 Requested Patent: DE19738344  
 Application Number: US19970922789 19970902  
 Priority Number(s): KR19960037803 19960902; KR19960055802 19961120; KR19970039318 19970819  
 IPC Classification: G05B1/06  
 EC Classification: H02K29/08; H02P6/16  
 Equivalents: FR2756986, FR2760913, JP10127087, KR258434

## Abstract

A three-phase brushless dc motor driving circuit can use only one Hall signal. The magnitude and phase of the Hall signal is used for commutation in order to perform soft switching, and an index marker circuit can determine the starting point of motor rotation. A clock signal is output at extreme points of the Hall signal generated by the Hall sensor. Based on the clock signal, three step voltage signals are generated, each step voltage signal having three voltage levels, signal periods three times that of the Hall signal and 120 and 240 degree phase differences with the other two step voltage signals. The direction of current flow in each stator coil is controlled based on the voltage difference each of the step voltage signals and the Hall signal. Index marker detection is performed by demagnetizing a portion of a magnet in a rotor of the motor and using an additional extreme point resulting in the Hall signal to output an index marker.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

## Description

### FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates to motor driving circuits and methods, and more particularly to driving circuits and methods for three-phase brushless dc motors.

### BACKGROUND OF THE INVENTION

A three-phase brushless dc motor can typically be thought of as having a stator with three coils, U-phase, V-phase, and W-phase, and a rotor with permanent magnets. As shown in FIG. 1, the permanent magnets comprise a main magnet 10 which has repeatedly alternating North and South magnetic poles for providing the necessary torque for motor rotation and a sub-magnet 12 which has repeatedly alternating North and South magnetic poles, for controlling motor speed. The ratio of the magnetic poles with respect to the main magnet and the sub-magnet preferably is 1 to 3.

The three-phase brushless dc motor enables motor rotation by sending currents through the coils which create a magnetic field which in turn generates a torque for motor rotation. In order to maintain the rotation in one direction, magnetic fields of the rotor are detected with Hall sensors, resolvers, or photo-encoders and then the direction of electric current flowing in each stator coil is changed based on the intensity of the detected magnetic fields. This changing of direction of electric current flow is called commutation.



(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 197 38 344 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
H 02 P 6/14  
H 02 K 29/08

(21) Aktenzeichen: 197 38 344.0  
(22) Anmeldetag: 2. 9. 97  
(23) Offenlegungstag: 9. 4. 98

DE 197 38 344 A 1

(30) Unionspriorität:

96-37803	02. 09. 96	KR
96-55802	20. 11. 96	KR
97-39318	19. 08. 97	KR

(72) Erfinder:

Park, Shi-Hong, Seoul/Soul, KR

(71) Anmelder:

Samsung Electronics Co. Ltd., Suwon, Kyungki, KR

(74) Vertreter:

Herrmann-Trentepohl und Kollegen, 81476  
München

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Dreiphasige bürstenlose Gleichstromschaltungen und ein Hall-Signal verwendende Verfahren

(57) Eine Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor kann nur ein Hall-Signal verwenden. Die Größe und die Phase des Hall-Signals werden für die Kommutation verwendet, um ein sanftes Schalten durchzuführen, und eine Indexpunktorschaltung kann den Startpunkt der Motorrotation bestimmen. Ein Taktsignal wird an extremen Punkten des Hall-Signals ausgegeben, das durch den Hall-Sensor erzeugt wird. Basierend auf dem Takt signal werden drei Stufenspannungssignale erzeugt, wobei jedes Stufenspannungssignal drei Spannungslevel hat, die Signalperioden dreimal der des Hall-Signals sind und eine Phasendifferenz mit den zwei anderen Stufenspannungssignalen von 120 und 240 Grad haben. Die Richtung des Stromflusses in jeder Statorspule wird basierend auf der Spannungsdifferenz jeder der Stufenspannungssignale und dem Hall-Signal gesteuert. Die Indexpunkt detektion wird durch einen demagnetisierten Abschnitt eines Magneten in einem Rotor des Motors durchgeführt, wobei ein zusätzlicher Extrempunkt verwendet wird, was dazu führt, daß das Hall-Signal einen Indexpunkt ausgibt.

DE 197 38 344 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Schaltungen und Verfahren für den Motorantrieb und insbesondere Antriebsschaltungen und Verfahren für dreiphasige bürstenlose Gleichstrommotoren.

Ein dreiphasiger bürstenloser Gleichstrommotor kann typischerweise sich so vorgestellt werden, daß er einen Stator mit drei Spulen, U-Phase, V-Phase und W-Phase und einen Rotor mit Permanent-Magneten hat. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, umfassen die Permanent-Magnete einen Hauptmagnet 10, der wiederholt wechselnd magnetische Nord- und Südpole für das Bereitstellen des benötigten Drehmoments für die Rotation des Motors und einen Untermagneten 12 hat, der wiederholt wechselnde magnetische Nord- und Südpole zum Steuern der Motorgeschwindigkeit hat. Das Verhältnis der magnetischen Pole hinsichtlich des Hauptmagnets und des Untermagneten ist vorzugsweise eins zu drei.

Der dreiphasige bürstenlose Gleichstrommotor ermöglicht eine Motorrotation durch das Senden von Strom durch die Spulen, die ein magnetisches Feld erzeugen, das wiederum einen Drehmoment für die Motorrotation erzeugt. Um die Rotation in eine Richtung aufrechtzuerhalten, werden die magnetischen Felder des Rotors mit Hall-Sensoren, Resolvoren oder Foto-Codiereinrichtungen ermittelt, und dann wird die Richtung des elektrischen Stroms, der in jeder Statorspule fließt, basierend auf der Intensität der ermittelten magnetischen Felder geändert. Dieses Ändern der Richtung des elektrischen Stromflusses wird Kommutation genannt.

Weiter sind in Fig. 1 Hall-Signale gezeigt, die von den Magneten durch Hallsensoren während der Motorrotation erfaßt werden. Die Hall-Signale sind periodische Sinuswellen, die die Intensität des magnetischen Feldes des Hauptmagneten 10 und Untermagneten 12 ausdrücken. Das Hall-Signal des Hauptmagneten 10 ist mit HM ausgedrückt, und das Hall-Signal des Untermagneten 12 ist mit HS ausgedrückt.

Ein Hall-Sensor gibt Original-Hall-Signale ("positive Hall-Signale") und Signale mit 180 Grad Phasendifferenz ("negative Hall-Signale") zu den positiven Hall-Signalen aus. Es sollte bemerkt werden, daß nur positive Hall-Signale in Fig. 1 gezeigt sind. Die Hall-Signale HM des Hauptmagneten 10 ("Haupt-Hall-Signale") und die Hall-Signale HS des Untermagneten 12 ("Untermagnet-Hall-Signale") haben ein Periodenverhältnis von 1 zu 3, da das Verhältnis der magnetischen Polaritäten des Hauptmagneten 10 und des Untermagneten 12 mit eins zu drei angenommen wird.

Allgemein wurde ein dreiphasiger bürstenloser Gleichstrommotor mit drei Hallsensoren verwendet, um drei Hall-Signale zu erhalten, um eine genaue Kommutation von Strömen in den Statorspulen zu erzeugen. Eine Modifikation des obigen bürstenlosen Gleichstrommotors, d. h. eines dreiphasigen bürstenlosen Gleichstrommotors mit einem Hall-Sensor, wurde eingeführt. Bei dieser Technik wird die Kommutation jedoch basierend auf der Phase des Hall-Signals unabhängig von seiner Größe (Spannungswert) gemacht. Als ein Ergebnis können Funken während des Schaltverfahrens für die Kommutation auftreten, die die elektromagnetische Interferenz erhöhen können. Es wurden Dämpfer eingesetzt, um Funken zu verhindern.

Daher ist ein bevorzugter dreiphasiger bürstenloser Gleichstrommotor immer noch ein Motor mit drei Hall-

sensoren, um drei Haupt-Hall-Signale zu erzeugen, von denen jedes Signal eine 120 Grad und 240 Grad Phasendifferenz hinsichtlich zu den beiden anderen Signalen hat. Dies wird gemacht, um sowohl die Größe und die 5 Phase des Hall-Signals bei der Durchführung des Kommutation zu berücksichtigen.

In Fig. 2 ist eine Antriebsschaltung für Motoren, die drei Hall-Signale verwenden, gezeigt. Die Antriebschaltung umfaßt drei an Emitter gekoppelte Paare 20, 10 22 und 24; einen Stator 28 mit einer U-Phasenspule, einer V-Phasenspule und einer W-Phasenspule; und einen Inverter 26. Der Inverter 26 steuert die Stromrichtung in jeder Spule des Stators 28 durch sequenzielles Anschalten und Ausschalten seiner Schalter, die mit dem Stator 28 verbunden sind, basierend auf den Strömen Ic1 bis Ic6, die durch die Ausgangsanschlüsse der an Emitter gekoppelten Paare 20, 22 und 24 strömen.

Die drei an Emitter gekoppelten Paare 20, 22 und 24 haben alle eine identische Struktur, so daß die Struktur 20 des an einen Emitter gekoppelten Paars 20 nun als ein Beispiel beschrieben wird. Das an einen Emitter gekoppelte Paar 20 hat zwei NPN-Typ Transistoren P1 und P2. Die Emitter der Transistoren P1 und P2 sind mit einem gemeinsamen Knoten verbunden; die Basis des Transistors P1 und die Basis des Transistors P2 empfangen ein positives Hall-Signal HM1+ bzw. ein negatives Hall-Signal HM1-; und der Kollektor des Transistors P1 und der Kollektor des Transistors P2 empfangen den Strom Ic1 bzw. den Strom Ic2. Eine Stromquelle IEE1 ist 30 zwischen der Erde und dem Emitter eingefügt.

Der Spannungsunterschied des positiven Haupt-Hall-Signals HM1+ und des negativen Haupt-Hall-Signals HM1-, die auf die Basen der an Emitter gekoppelten Paare 20 aufgebracht wird, bestimmt die Größe der Ströme Ic1 und Ic2, die durch die Kollektoren der Transistoren P1 und P2 fließen. Die Größe des Stromflusses in den beiden anderen an Emitter gekoppelten Paaren 22 und 24 werden ähnlich durch die Spannungsdifferenz des positiven Haupt-Hall-Signals HM+ und des negativen Haupt-Hall-Signals HM- bestimmt.

In Fig. 3 sind ein erstes, ein zweites und ein drittes Hallspannungsunterschiedssignal VH<sub>U</sub>, VH<sub>V</sub> und VH<sub>W</sub> der positiven und der negativen Hall-Signale gezeigt. Beispielsweise ist das erste Hallspannungsunterschiedssignal VH<sub>U</sub> der Spannungsunterschied des ersten positiven Haupt-Hall-Signals HM1+ und des ersten negativen Haupt-Hall-Signals HM1-. Der erste, der zweite und der dritte Hallspannungsunterschied VH<sub>U</sub>, VH<sub>V</sub> und VH<sub>W</sub> haben jeweils eine Phasendifferenz von 120 Grad und 240 Grad mit den anderen beiden Signalen.

Die Ströme Ic1 bis Ic6 der an einen Emitter gekoppelten Paare 20, 22 und 24 erhöhen oder verringern sich linear innerhalb des Abschnitts A. Wie in Fig. 3 gezeigt ist, bezieht sich der Abschnitt A auf Abschnitte, wo der erste, der zweite und der dritte Hallspannungsunterschied VH<sub>U</sub>, VH<sub>V</sub> und VH<sub>W</sub> innerhalb positiver 50 mV bis negativer 50 mV hinsichtlich der Hallvorspannung liegt, d. h. innerhalb 100 mV hinsichtlich der Hallvorspannung, die ungefähr viermal die thermische Spannung ist. Mit anderen Worten, Abschnitt A bezieht sich auf Abschnitte, wo die Spannungsunterschiede der positiven Haupt-Hall-Signale zu ihren negativen Haupt-Hall-Signalen innerhalb von positiven 50 mV bis negativen 50 mV hinsichtlich der Hallvorspannung sind.

In Bereichen außerhalb des Abschnitts A, d. h. im Abschnitt B erhöhen oder verringern sich die Ströme Ic1 bis Ic6 nicht linear aufgrund der Stromquellen IEE1 bis

IEE3. Daher werden die internen Schalter des Inverters 26 an- oder abgeschaltet. Die Stromrichtungen der Statorspulen werden in dem Abschnitt A geändert, so daß die Kommutation darin stattfindet. Der Abschnitt B stimmt mit der Periode überein, wenn die Kommutation abgeschlossen wurde.

Auf diese Weise wird die Kommutation nur in dem Abschnitt A gemacht, so daß ein weiches Schalten durch die Verwendung der Ströme Ic1 bis Ic6 möglich gemacht wird, die basierend auf sowohl der Phase als auch der Größe der Hall-Signale variiert werden. Das weiche Schalten hat die Vorteile des Reduzierens von Funken während der Kommutation. Für ein weiches Schalten verwendet die konventionelle Technik jedoch drei Hallsensoren, was zu Anstiegen in der Größe und den Kosten der Antriebsschaltung führen kann.

In Videocassettenrecordern, Floppy-Disc-Antrieben und anderen Vorrichtungen, die Daten unter Verwendung eines mit einer konstanten Geschwindigkeit angetriebenen Motors lesen oder schreiben, wird es oft gewünscht, den Startpunkt der Rotation des Motors zu ermitteln, um die Daten ohne Fehler zu lesen oder zu schreiben. Herkömmlicherweise ermittelte zusätzliche mechanische Elemente den Startpunkt der Motorrotation, d. h. einen Indexpunkt. Der Stator umfaßt zusätzlich eine Deckelkappe, einen Vorsprung auf der Kappe und einen Sensor zur Erfassung des Vorsprungs bei jeder Umdrehung des Stators und Absenden eines Indexkennzeichens pro Umdrehung des Stators. Eine dieses Verfahren verwendende Technik ist in der koreanischen Patentanmeldung Nr. 96-55802 beschrieben.

Die Erfindung ist auf Antriebsschaltungen und Verfahren für einen dreiphasigen bürstenlosen Gleichstrommotor gerichtet, die nur ein Hall-Signal verwenden können, um ein weiches Schalten auszuführen, und die Schaltungen verwenden können, um einen Indexpunkt ohne das Erfordernis für zusätzliche mechanische Elemente zu ermitteln.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfassen die Antriebsschaltungen und Verfahren für einen dreiphasigen bürstenlosen Gleichstrommotor, die nur ein Hall-Signal zum Ausführen des weichen Schaltens verwenden können, einen Hallsensor, der ein Hall-Signal basierend auf der magnetischen Feldstärke an einem Rotormagnet erzeugt. Ein Extrempunkt-Detektor gibt ein Extrempunkt-Signal basierend auf extremen Punkten des Hall-Signals aus. Ein Stufenspannungsgenerator gibt drei Stufenspannungssignale von dem Extrempunktsignal aus. Jedes Stufenspannungssignal umfaßt eine Signalperiode, die dreimal die des Hall-Signals ist und 120 Grad und 240 Grad Phasendifferenzen mit den anderen zwei Stufenspannungssignalen hat. Ein Kommutator steuert die Stromrichtung in jeder der Statorspulen basierend auf der Spannungsdifferenz zwischen jedem der drei Stufenspannungssignale bzw. dem Hall-Signal.

Obwohl ein Hall-Signal bei den obigen Schaltungen und Verfahren verwendet werden kann, können die Effekte der Verwendung dreier Hall-Signale durch die Verwendung dreier Stufenspannungssignale erhalten werden. Das weiche Schalten kann in Abschnitten ermöglicht werden, wo die Spannungsdifferenz zwischen den Stufenspannungssignalen und dem Hall-Signal positiv und negativ innerhalb von 50 mV der Hall-Vorspannung sind.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung umfassen die Antriebsschaltungen und Verfahren für einen dreiphasigen bürstenlosen Gleichstrom-

motor Schaltungen zum Erfassen eines Indexpunktes. Eine absolute Wertschaltung erzeugt ein absolutes Wertsignal des Hall-Signals. Ein Extrempunkt-Detektor gibt ein Extrempunkt-Signal basierend auf Extrempunkten des absoluten Wertsignals aus. Ein Indexpunktgenerator erzeugt einen Indexpunkt basierend auf dem Extrempunktsignal.

Die Erfassungsschaltungen für den Indexpunkt verwenden einen Untermagneten in einem Rotor mit einem leicht demagnetisierten Abschnitt, der bewirkt, daß zwei extreme Punkte in den korrespondierenden halben Abschnitten des Hall-Signals auftreten, wo nur ein Extrempunkt in der anderen halben Periode des Hall-Signals existiert. Einer von zwei Extrempunkten wird als ein Taktsignal und das andere als Output eines Indexpunktes verwendet. Auf diese Weise kann ein Indexpunkt für jede Umdrehung des Rotors ausgegeben werden.

Die einzelnen Hallsensorschaltungen und Indexpunktsschaltungen können individuell oder in Kombination verwendet werden. Verbundene Verfahren werden auch bereitgestellt.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

Fig. 1 zeigt einen Hauptmagneten und einen Untermagneten, die an einem Rotor in einem herkömmlichen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor angebracht sind, und an dem Hauptmagneten und den Untermagneten während der Motorrotation ermittelte Hall-Signale;

Fig. 2 ist ein Antriebsschaltungsdiagramm eines herkömmlichen dreiphasigen bürstenlosen Gleichstrommotors, der drei Hallsensoren für das Erfassen des magnetischen Feldes des Hauptmagneten verwendet;

Fig. 3 zeigt Hallspannungsdifferenzen zwischen positiven Hauptmagnet-Hall-Signalen und negativen Hauptmagnet-Hall-Signalen;

Fig. 4 ist ein Blockdiagramm von dreiphasigen, bürstenlosen Antriebsschaltungen eines Gleichstrommotors, die ein Hall-Signal zum Erfassen des magnetischen Feldes des Untermagnets entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung verwenden kann;

Fig. 5 ist ein Blockdiagramm des Stufenspannungsgenerators in Fig. 4;

Fig. 6 ist ein Schaltungsdiagramm des Schaltsignalgenerators in Fig. 5;

Fig. 7 ist ein Schaltungsdiagramm der ersten Schalteinrichtung in Fig. 5;

Fig. 8A ist ein äquivalentes Schaltungsdiagramm der ersten Schaltungseinrichtung in Fig. 7;

Fig. 8B ist ein Wahrheitstabell der ersten Schalteinrichtung in Fig. 7;

Fig. 9 zeigt durch den Stufenspannungsgenerator gemäß Fig. 4 erzeugte und ausgegebenen Signale;

Fig. 10 ist ein Teil eines Schaltungsdiagramms der Kommutationsschaltung in Fig. 4;

Fig. 11 zeigt Ausgangssignale eines dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstromantriebsmotors entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12 zeigt Magnetisierungszustände des Untermagneten und des Hall-Signals des Untermagneten;

Fig. 13 ist ein Blockdiagramm eines Indexpunkt-Detektors entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 14 zeigt Unter-Hall-Signale, ein absolutes Spannungssignal, ein Haupttaktsignal und einen Indexpunkt;

Fig. 15 ist ein Schaltungsdiagramm der Indexpunkt-Generatorschaltung in Fig. 13; und

Fig. 16 ist ein Blockdiagramm eines dreiphasigen,

bürstenlosen Gleichstrommotors der ein Hall-Signal verwendet, mit der Fähigkeit des Erfassens eines Indexpunktes entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Die vorliegende Erfindung wird nun nachfolgend vollständiger mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen, in denen bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung gezeigt sind, beschrieben. Diese Erfindung kann jedoch durch viele verschiedene Formen verkörpert werden und sollten nicht als durch die nachfolgenden Ausführungsbeispiele beschränkt angesehen werden; diese Ausführungsbeispiele werden eher bereitgestellt, damit die Offenbarung vollständig und komplett ist und sie vollständig den Schutzbereich der Erfindung an Fachleute vermittelt. Gleiche Zahlen beziehen sich überall auf gleiche Elemente.

Ein Blockdiagramm von Antriebsschaltungen und Verfahren für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor, die nur ein Hall-Signal entsprechend einem Ausführungsbeispiel der Erfindung verwenden können, ist in Fig. 4 gezeigt. Ein Extrempunkt-Detektor 42 sendet ein Taktsignal Hclk aus, das auch als ein Extrempunkt-Signal bezeichnet wird, bei maximalen und minimalen Punkten des Hall-Signals HS des Untermagneten, das von einem Hall-Sensor 40 empfangen wird.

Ein Stufenspannungsgenerator 44 empfängt das Taktsignal Hclk und erzeugt drei Stufenspannungssignale Ustp, Vstp und Wstp. Jedes der Stufenspannungssignale Ustp, Vstp und Wstp hat drei Spannungslevel, eine Standardspannung, eines oberhalb der Standardspannung und eines unterhalb der Standardspannung, und hat eine Periode von dreimal der des Hall-Signals HS des Untermagneten. Jedes der Stufenspannungssignale hat auch Phasendifferenzen von 120 und 240 Grad mit den beiden anderen Stufenspannungssignalen. Dies bedeutet, daß Ustp 120 Grad vor Vstp und 240 Grad vor Wstp vorherläuft. Die Standardspannung bezieht sich auf die Gleichstromvorspannung des Hall-Signals, beispielsweise die Hallspannung.

Wie in Fig. 5 gezeigt ist, umfaßt der Stufenspannungsgenerator 44 (20) einen Schaltsignalgenerator 50 und eine erste, eine zweite und dritte Schalteinrichtung 52, 54 und 56. Vorzugsweise hat jede Schalteinrichtung eine identische Struktur.

Der Betrieb des Stufenspannungsgenerators 44 kann in zwei Hauptoperationen getrennt werden. Zuerst sendet der Schaltsignalgenerator 50 ein Signal x1 aus, was für vier Taktzyklen hoch bleibt und sich für zwei Taktzyklen auf niedrig ändert. Er erzeugt auch ein Signal x2, das eine Phasendifferenz von 180 Grad mit dem Signal x1 hat. Das Signal x1 und das Signal x2 bilden ein erstes Signalpaar. Zusätzlich erzeugt der Schaltsignalgenerator 50 ein zweites Signalpaar y1 und y2 und ein drittes Signalpaar z1 und z2, wobei jedes Signalpaar identisch zu den beiden anderen Paaren bis auf die Phasendifferenz ist. Dies bedeutet, daß das erste Signalpaar x1 und x2 dem zweiten Signalpaar y1 und y2 und dem dritten Signalpaar z1 und z2 um 120 Grad bzw. 240 Grad vorherläuft.

Zweitens empfangen die erste Schalteinrichtung 52, die zweite Schalteinrichtung 54 und die dritte Schalteinrichtung 56 das erste Signalpaar x1 und x2, das zweite Signalpaar y1 und y2 bzw. das dritte Signalpaar z1 und z2 und geben dann ein erstes, ein zweites bzw. ein drittes Stufenspannungssignal Ustp, Vstp bzw. Wstp aus. Jedes der Stufenspannungssignale Ustp, Vstp und Wstp bleibt oberhalb der Standardspannung für zwei Taktzyklen, auf der Standardspannung für einen Taktzyklus, unter-

halb der Standardspannung für zwei Taktzyklen und auf der Standardspannung für einen Taktzyklus und hat eine Phasendifferenz von 120 und 240 Grad mit den anderen zwei Signalen.

Um die obige Operation vollständiger zu beschreiben, ist ein Schaltungsdiagramm des Schaltsignalgenerators 50 in Fig. 6 gezeigt. Der Schaltsignal-Generator 50 umfaßt ein erstes, ein zweites und ein drittes D Flip-Flop 60, 62 und 64, die alle die Taktsignale Hclk empfangen; eine Vielzahl von NOT-Gattern (Invertern) INV1 bis INV4; und eine Vielzahl von NAND-Gattern ND1 bis ND8.

Das erste D Flip-Flop 60 empfängt den Ausgang des ersten NOT-Gatters INV1, das zweite D Flip-Flop 62 empfängt den inversen Output des ersten D Flip-Flop 60 und das dritte D Flip-Flop 64 empfängt den Output des zweiten D Flip-Flop 62. Das erste NAND-Gatter ND1 empfängt den inversen Ausgang des ersten und des zweiten D Flip-Flop 60 und 62 und wandelt sie gemäß einer Nicht-Und-Verknüpfung um. Das zweite NAND-Gatter ND2 empfängt und wandelt den Ausgang des ersten NAND-Gatters ND1 und des dritten D Flip-Flop 64 mit einer Nicht-Und-Verknüpfung um. Das erste NOT-Gatter INV1 empfängt den Ausgang des zweiten NAND-Gatters ND2 und gibt es zu dem ersten D Flip-Flop 60, wie oben erwähnt, aus.

Der Ausgang des dritten D Flip-Flop 64 und der inverse Ausgang des zweiten und des ersten D Flip-Flop 60 und 62 werden zu einem Taktsignal einer ersten Phase, einer zweiten Phase und einer dritten Phase u, v und w. Jedes der Taktsignale u, v und w der Phasen hat eine Signaleriode, die sechsmal der des gemeinsamen Taktsignals Hclk ist und eine Phasendifferenz von 120 und 240 Grad mit den anderen zwei Phasentaktsignalen hat.

Die drei Phasentaktsignale u, v und w werden zu einer Vielzahl von NOT-Gattern und einer Vielzahl von NAND-Gattern eingegeben. Das zweite, das dritte und das vierte NOT-Gatter INV2 bis INV4 empfangen und invertieren das erste, das zweite bzw. das dritte Phasentaktsignal u, v bzw. w.

Das dritte NAND-Gatter ND3 empfängt das erste Phasentaktsignal u und das invertierte zweite Phasentaktsignal v', d. h. den Ausgang des dritten NOT-Gatters INV3, und erzeugt das Signal x1. Das vierte NAND-Gatter ND4 empfängt das zweite Phasentaktsignal v und das invertierte erste Phasentaktsignal u', d. h. den Ausgang des zweiten NOT-Gatters INV2 und erzeugt das Signal x2. Folglich werden das erste Signalpaar x1 und x2 gebildet.

Das fünfte NAND-Gatter ND5 empfängt das zweite Phasentaktsignal v und das invertierte Phasentaktsignal w', d. h. den Ausgang des vierten NOT-Gatters INV4, und erzeugt das Signal y1. Das sechste NAND-Gatter ND6 empfängt das dritte Phasentaktsignal w und das invertierte zweite Phasentaktsignal v', d. h. den Ausgang des dritten NOT-Gatters INV3, und erzeugt das Signal y2. Folglich wird das zweite Signalpaar y1 und y2 gebildet.

Das siebte NAND-Gatter ND7 empfängt das dritte Phasentaktsignal w und das invertierte ersten Phasentaktsignal u', d. h. den Ausgang des zweiten NOT-Gatter INV2, und erzeugt das Signal z1. Das achte NAND-Gatter ND8 empfängt das erste Phasentaktsignal u und das invertierte dritte Phasentaktsignal w', d. h. den Ausgang des vierten NOT-Gatters INV4, und erzeugt das Signal z2. Folglich wird das dritte Signalpaar z1 und z2 gebildet.

Als nächstes wird als ein illustrierendes Beispiel der

drei Schalteinrichtungen 52, 54 und 56 ein Schaltungsdiagramm der ersten Schalteinrichtung 52 des Stufenspannungsgenerators 44 in Fig. 7 gezeigt. Die erste Schalteinrichtung 52 umfaßt sechs npn-Transistoren als erste bis sechste Transistoren Q1 bis Q6, fünf pnp-Transistoren als siebten bis elften Transistor Q7 bis Q11, eine Stromquelle I1, eine Spannungsquelle Vcc, vier Widerstände R1 bis R4 und einen Spannungsausgangsanschluß OT.

Inbesondere hinsichtlich der npn-Transistoren empfangen die Basen der ersten und zweiten Transistoren Q1 und Q2 das erste Signalpaar x1 und x2 und ihre Emittoren sind geerdet. Der Emitter des dritten Transistors Q3 ist geerdet und seine Basis und sein Kollektor sind mit dem Kollektor des ersten Transistors Q1 verbunden. Die Basis und der Emitter des vierten Transistors Q4 sind jeweils gemeinsam mit der Basis und dem Emitter des dritten Transistors Q3 verbunden. Der Emitter des fünften Transistors Q5 ist geerdet und seine Basis und sein Kollektor sind mit dem Kollektor eines zweiten Transistors Q2 verbunden. Die Basis und der Emitter des sechsten Transistors Q6 sind gemeinsam jeweils mit der Basis und dem Emittoren des fünften Transistors Q5 verbunden.

Hinsichtlich des pnp-Transistors ist der Emitter des siebten Transistors Q7 mit der Spannungsquelle Vcc verbunden und seine Basis und sein Kollektor sind miteinander verbunden. Die Basis des achten Transistors Q8 ist gemeinsam mit der Basis des siebten Transistors Q7 verbunden, und sein Kollektor ist gemeinsam mit dem Kollektor des dritten Transistors Q3 verbunden, und sein Emitter ist gemeinsam mit dem Emitter des siebten Transistors Q7 verbunden. Die Basis des neunten Transistors Q9 ist gemeinsam mit der Basis des siebten Transistors Q7 und des achten Transistors Q8 verbunden, und sein Kollektor ist gemeinsam mit dem Kollektor des fünften Transistors Q5 verbunden und sein Emitter ist gemeinsam mit dem Emitter des siebten Transistors Q7 verbunden. Der Kollektor des zehnten Transistors Q10 ist gemeinsam mit dem Emitter des sechsten Transistors Q6 verbunden, und sein Emitter ist gemeinsam mit dem Emitter des siebten Transistors Q7 verbunden. Die Basis des elften Transistors Q11 ist gemeinsam mit der Basis des zehnten Transistors Q10 verbunden, und sein Kollektor ist gemeinsam mit dem vierten Transistor Q4 verbunden, und sein Emitter ist gemeinsam mit dem Emitter des siebten Transistors Q7 verbunden.

Die Stromquelle I1 ist zwischen dem Kollektor des siebten Transistors Q7 und der Erde eingefügt. Der erste Widerstand R1 ist parallel zu dem zehnten Transistor Q10 geschaltet und hat ein Ende mit dem gemeinsamen Knoten zu dem Emitter des zehnten Transistors Q10 verbunden. Der zweite Widerstand R2, der denselben Widerstand wie der erste Widerstand R1 hat, ist parallel zu dem sechsten Transistor Q6 und hat ein Ende mit dem gemeinsamen Knoten mit dem Emitter des sechsten Transistors Q6 verbunden. Der Ausgangsanschluß OT für die Spannung ist mit dem gemeinsamen Knoten der Kollektoren des sechsten und des zehnten Transistors Q6 und Q10 verbunden und ist zwischen dem ersten und dem zweiten Widerstand R1 und R2 verbunden.

Wie aus dem obigen verstanden werden kann, bilden der dritte und der vierte Transistor Q3 und Q4, der fünfte und der sechste Transistor Q5 und Q6, der siebte und der neunte Transistor Q7 und Q9, und der zehnte und der elfte Transistor Q10 und Q11 jeweils Stromspie-

gel.

Der Betrieb der ersten Schalteinrichtung 52 kann besser unter Verwendung einer äquivalenten Schaltung davon verstanden werden, die in Fig. 8A gezeigt ist. Die äquivalente Schaltung umfaßt eine Spannungsquelle Vcc, eine erste Stromquelle I1, eine zweite Stromquelle I2 und einen Drei-Wege-Schalter S1, einen ersten Widerstand R1, einen zweiten Widerstand R2 und einen Spannungsausgangsanschluß Vout. Ein Ende der ersten Stromquelle I1 ist mit der Spannungsquelle Vcc verbunden und das andere Ende ist mit dem ersten Anschluß T1 des Drei-Wege-Schalters S1 verbunden. Ein Ende der zweiten Stromquelle I2, die denselben Ampère-Output wie die erste Stromquelle I1 hat, ist mit dem zweiten Anschluß T2 des Drei-Wege-Schalters verbunden und das andere Ende der zweiten Stromquelle I2 ist geerdet. Ein Ende des ersten Widerstands R1 teilt einen gemeinsamen Knoten mit dem Ende der ersten Stromquelle I1, das mit der Spannungsquelle Vcc verbunden ist. Der zweite Widerstand R2, der denselben Widerstand wie der erste Widerstand R1 hat, ist in Reihe mit dem ersten Widerstand R1 geschaltet, und ist an dem anderen Ende geerdet. Der Spannungsausgangsanschluß OT ist mit einem Knoten zwischen dem ersten Widerstand R1 und zweiten Widerstand R2 verbunden und hat eine Verlängerung, die zwischen den ersten und zweiten Anschlüssen T1 und T2 des Drei-Wege-Schalters S1 positioniert ist, und keinen Anschluß berührt.

Mit Bezug auf die obige äquivalente Schaltung und die Wahrheitstabelle in Fig. 8B wird unten der Betrieb der ersten Schalteinrichtung 52 erläutert. Wenn das erste Signalpaar x1 und x2 beide hoch sind, werden der erste Transistor Q1 und der zweite Transistor Q2 angeschaltet. Dies stimmt mit dem Zustand überein, bei dem die äquivalente Schaltung den Drei-Wege-Schalter S1 in geöffnetem Zustand hat. Daher ist die Ausgangsspannung Vout Vcc/2, und wird auch als Standardspannung bezeichnet.

Wenn das erste Signalpaar x1 und x2 niedrig bzw. hoch sind, wird der erste Transistor Q1 abgeschaltet und der zweite Transistor Q2 angeschaltet, so daß der fünfte und der sechste Transistor Q5 und Q6 abgeschaltet werden und der Strom der Stromquelle I1 durch den zehnten Transistor Q10 strömt. Dies stimmt mit dem Zustand überein, bei dem die äquivalente Schaltung den Drei-Wege-Schalter S1 näher an dem ersten Anschluß T1 hat. Daher ist die Ausgangsspannung Vcc (Vcc + I1 · R1)/2, und wird als oberhalb der Standardspannung liegend bezeichnet.

Wenn das erste Signalpaar x1 und x2 hoch bzw. niedrig sind, wird der erste Transistor Q1 angeschaltet und der zweite Transistor Q2 abgeschaltet, so daß der dritte und der vierte Transistor Q3 und Q4 abgeschaltet werden und der Strom der Stromquelle I3 durch den sechsten Transistor Q6 strömt. Dies stimmt mit dem Zustand überein, bei dem die äquivalente Schaltung den Drei-Wege-Schalter S1 näher an dem zweiten Anschluß T2 hat. Daher ist die Ausgangsspannung Vcc (Vcc - I1 · R1)/2, und wird als unterhalb der Standardspannung liegend bezeichnet.

Entsprechend erzeugt die erste Schalteinrichtung 52 das erste Stufenspannungssignal Ustp. In ähnlicher Weise erzeugen die zweite und die dritte Schalteinrichtung 54 und 56 das zweite und das dritte Stufenspannungssignal Vstp bzw. Wstp. Die Fig. 9 zeigt sowohl die drei Stufenspannungssignale Ustp, Vstp und Wstp als auch die Signale des Stufenspannungsgenerators 44, der in die Erzeugung der Stufenspannungssignale involviert

ist.

Das erste, das zweite und das dritte Stufenspannungs-signal V<sub>stp</sub>, U<sub>stp</sub> und W<sub>stp</sub> werden durch den Kommutator 46 empfangen. Ein Teilschaltungsdiagramm des Kommutators 46 ist in Fig. 10 gezeigt. Es umfaßt ein erstes, ein zweites und ein drittes an einen Emitter gekoppeltes Paar 100, 102 und 104 und einen Inverter 106. Der Inverter 106 steuert die Richtung des Stromflusses in jeder Statorspule 48 durch das An- und Abschalten seiner inneren Schalter, die mit den Statorspulen 48 verbunden sind, entsprechend zu dem Anteil der Ströme I<sub>c1</sub> bis I<sub>c6</sub>, die durch die drei an einen Emitter gekoppelten Paare 100, 102 und 104 strömen.

Die Ströme I<sub>c1</sub> bis I<sub>c6</sub>, die in dem ersten, dem zweiten und dem dritten an einen Emitter gekoppelten Paar 100, 102 und 104 strömen, variieren in Abhängigkeit von dem Spannungsunterschied, der auf ihre jeweiligen zwei Spannungseingangsanschlüsse aufgebracht wird. Das erste, das zweite und das dritte Stufenspannungssignal U<sub>stp</sub>, V<sub>stp</sub> und W<sub>stp</sub> werden zu einem der Eingangsspannungsanschlüsse des ersten, des zweiten und des dritten an einen Emitter gekoppelten Paars 100, 102 bzw. 104 aufgebracht. Das Hall-Signal HS des Untermagneten wird gemeinsam zu den anderen Eingangsspannungsanschlüssen der drei an einen Emitter gekoppelten Paare 100, 102 und 104 geleitet.

Die Ausgabesignale der Antriebsschaltungen für den dreiphasigen bürstenlosen Motor entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung und sind in Fig. 11 gezeigt. Ein erstes Spannungsdifferenzsignal VSU ist die Spannungsdifferenz des Hall-Signals HS des Untermagneten und des ersten Stufensignals U<sub>stp</sub>, und ein zweites Spannungsdifferenzsignal VSV ist die Spannungsdifferenz des Hall-Signals HS des Untermagneten und des zweiten Stufenspannungssignals V<sub>stp</sub>, und ein drittes Spannungsdifferenzsignal VSW ist die Spannungsdifferenz des Hall-Signals HS des Untermagneten und des dritten Stufenspannungssignals W<sub>stp</sub>.

Diese Spannungsdifferenzsignale VSU, VSV und VSW sind klar unterschiedlich in der Form als die Hallspannungsdifferenzsignale VH<sub>U</sub>, VH<sub>V</sub> und VH<sub>W</sub> der konventionellen dreiphasigen bürstenlosen Gleichstrommotoren mit drei Hallsensoren. Trotzdem haben die Spannungsdifferenzsignale sechs Abschnitte A in einer Periode, wie bei konventionellen dreiphasigen bürstenlosen Gleichstrommotoren. Wie schon beschrieben wurde, ist der Abschnitt A die Periode, wo die Spannungsdifferenz des Hall-Signals des Untermagneten die Stufenspannungssignale innerhalb von einer positiven 50 mV und negativen 50 mV der Hallvorspannung sind. Dieser Abschnitt A ist dort, wo die Ströme I<sub>U</sub>, I<sub>V</sub> und I<sub>W</sub> der Statorspule 48 linear erhöht oder verringert werden können und ein sanftes Schalten darin ermöglichen. Daher kann ein sanftes Schalten durch die Verwendung eines Hall-Signals gemäß der vorliegenden Erfindung erreicht werden. Dieser Effekt wurde durch die Verwendung dreier Hallsensoren bei der konventionellen Technik erreicht.

Ein anderer Aspekt der vorliegenden Erfindung wird nun erläutert. Dieser Aspekt betrifft Schaltungen und Verfahren für bürstenlose Gleichstrommotoren zum Ermitteln eines Indexpunktes eines Motors, der für das genaue Ermitteln des Startpunktes der Motorrotation verwendet wird. Die Ermittlung des Startpunktes kann beispielsweise zum Lesen und Schreiben von Daten ohne Fehlern verwendet werden.

Ein Hall-Signal HS' eines Untermagneten 120 und der

Magnetisierungszustand des Untermagneten 120 sind in Fig. 12 gezeigt. Wie gezeigt ist, hat ein N-Pol in dem Untermagneten 120 einen leicht demagnetisierten Abschnitt 122, der in einem Abfall in der magnetischen Feldintensität an diesem Punkt resultiert. Das Hall-Signal HS' wird als "UnterHall-Signal HS'" bezeichnet, um es von dem vorher diskutierten Hall-Signal HS des Untermagneten zu unterscheiden. Das UnterHall-Signal HS' hat eine kleine Depression an dem Punkt, der mit dem demagnetisierten Abschnitt 122 übereinstimmt. Obwohl ein N-Pol in dem Untermagneten 120 teilweise bei diesem Ausführungsbeispiel demagnetisiert wurde, kann die Demagnetisierung an einem Abschnitt eines S-Pols für die Zwecke der vorliegenden Erfindung gemacht werden.

Ein Blockdiagramm von Signaldetektoren für Motorindexe, die die obigen Hall-Signale verwenden, um einen Motorindexpunkt zu erzeugen, ist in Fig. 13 gezeigt. Der Signaldetektor für den Motorindex umfaßt einen Hall-Sensor 40, eine absolute Wertschaltung 130, einen Extrempunktdetektor 132 und einen Indexpunktgenerator 134.

Der Hall-Sensor 40 gibt ein positives Hall-Signal HS'+ des Untermagneten und ein negatives Hall-Signal HS'- des Untermagneten aus. Die absolute Wertschaltung 130 empfängt die positiven und negativen Hall-Signale HS'+ und HS'- des Untermagneten, kombiniert diese und gibt nur die positiven Teile der zwei Signale aus. Das resultierende Signal ist ein absolutes Wertsignal V<sub>abs</sub>, das nur positive Teile des UnterHall-Signals mit einer halben Periodenlänge der positiven und negativen UnterHall-Signale HS'+ und HS'- hat, wie in Fig. 14 gezeigt ist. Dies bedeutet, daß das absolute Wertsignal V<sub>abs</sub> entweder mit dem positiven Untermagnet-Hall-Signal HS'+ oder mit dem negativen Untermagnet-Hall-Signal HS'-, das vollständig gleichgerichtet wurde, übereinstimmt. Es ist auch möglich, einen Hall-Sensor zu verwenden, der nur das positive oder das negative UnterHall-Signal ausgibt, und einen vollständigen Gleichrichter als die absolute Wertschaltung 130 zu verwenden.

Der Extrempunkt-Detektor 132 empfängt das absolute Wertsignal V<sub>abs</sub> und erzeugt ein Haupttaktsignal MCLK, das von einem Spitzenspunkt an bis die Neigung des absoluten Wertsignals V<sub>abs</sub> negativ ist, hoch ist, und niedrig ist, wenn die Neigung positiv ist, wie in Fig. 14 gezeigt ist. Es ist jedoch auch möglich, den Haupttakt hoch zu machen, wenn die Neigung des absoluten Wertsignals positiv ist und niedrig ist, wenn die Neigung negativ ist.

Das Haupttaktsignal MCLK umfaßt ein erstes Taktignal C1 und ein zweites Taktignal C2. Das Haupttaktsignal MCLK umfaßt nur erste Taktsignale C1 außer für die Abschnitte des absoluten Wertsignals V<sub>abs</sub>, an denen zwei Spitzenspunkte in einer Periode sind, d.h. in einer halben Periode des Unter-Hall-Signals HS', wo es sowohl die ersten und die zweiten Taktsignale C1 und C2 enthält.

Das erste Taktignal C1 wird für die Kommutation verwendet und das zweite Taktignal C2 ist für die Erzeugung eines Indexpunktes verwendet.

Die Strukturen und Operationen der absoluten Wertschaltung 130 und des Extrempunkt-Detektors 132 sind in der koreanischen Patentanmeldung Nr. 96-55802 mit dem Titel "Index-Signal-Detektorschaltung eines dreiphasigen bürstenlosen Motors, das nur ein Hall-Signal verwendet" beschrieben, deren Offenbarung hiermit durch die Bezugnahme eingeschlossen wird. Andere ab-

solute Wertschaltungen und Punkt detektorschaltungen können auch verwendet werden.

Der Indexpunktgenerator 134 empfängt das Haupttaktsignal MCLK von dem Extrempunktdetektor 132. Der Indexsignalgenerator 134 enthält ein erstes D Flip-Flop 150, ein zweites D Flip-Flop 152 und ein AND-Gatter 155, wie in Fig. 15 gezeigt ist. Das erste D Flip-Flop 150 empfängt eine Stromquellenspannung VDD als einen Eingang, und das zweite D Flip-Flop 152 empfängt den Ausgang des ersten D Flip-Flops 150. Das Haupttaktsignal MCLK und das Rücksetzsignal RS werden gemeinsam zu den Takteingängen CK bzw. den Rücksetzeingängen von beiden D Flip-Flops 150 und 152 geleitet. Das AND-Gatter 154 empfängt den Ausgang des zweiten D Flip-Flops 152 und das Haupttaktsignal MCLK als Eingang und gibt einen Indexpunkt Vindex aus.

Ein kurzes Impulsrücksetzsignal RS wird zu Anfang jeder Periode des Hauptsignals MCLK ausgesendet, wie in Fig. 14 gezeigt ist, so daß kein Output für das zweite D Flip-Flop 152 da ist, wenn das Haupttaktsignal nur aus dem ersten Taktsignal C1 besteht. Der zu dem ersten D Flip-Flop 150 geleitete Eingang wird zu dem zweiten D Flip-Flop 152 ausgegeben, wenn das Haupttaktsignal MCLK aufgebracht wird, aber das zweite D Flip-Flop 152 wird zurückgesetzt bevor das nächste Haupttaktsignal MCLK auf das zweite D Flip-Flop 152 aufgebracht werden könnte.

Auf der anderen Seite umfaßt das Haupttaktsignal sowohl das erste als auch das zweite Taktsignal C1 und C2, wobei das zweite D Flip-Flop einen Output zu dem AND-Gatter 155 produziert, da zwei Taktzyklen in dem Haupttaktsignal MCLK sind. Das AND-Gatter 155 wiederum gibt den Indexpunkt Vindex aus.

Ein Blockdiagramm einer Antriebsschaltung für einen dreiphasigen bürstenlosen Gleichstrommotor mit einer Fähigkeit zum Detektieren eines Indexpunktes entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 16 gezeigt.

Die Antriebsschaltung für den dreiphasigen bürstenlosen Gleichstrommotor mit der Fähigkeit zur Ermittlung von Indexsignalen umfaßt einen Hall-Sensor 40 für das Detektieren und Ausgeben eines positiven und eines negativen UnterHall-Signals HS' + und HS' -. Eine absolute Wertschaltung 130 empfängt die positiven und die negativen UnterHall-Signale HS' + und HS' - und erzeugt ein absolutes Wertsignal Vabs. Ein Extrempunktdetektor 132 erzeugt ein Haupttaktsignal MCLK mit einem ersten Taktsignal C1 und einem zweiten Taktsignal C2 basierend auf den Spitzenpunkten des absoluten Wertsignals Vabs. Ein Indexpunterzeuger 134, der einen Indexpunkt Vindex durch die Verwendung des Haupttaktsignals MCLK erzeugt. Eine Takt signalfusionsschaltung 160, die das Haupttaktsignal MCLK empfängt und das zweite Taktsignal C2 mit dem ersten Taktsignal C1 fusioniert, und ein fusioniertes Taktsignal HCLK erzeugt. Ein Stufenspannungsgenerator 44 empfängt das fusionierte Taktsignal HCLK und erzeugt drei Stufenspannungssignale Ustp, Vstp und Wstp mit der Periode von dreimal der der Unter-Hall-Signale und mit 120 bzw. 240 Grad Phasendifferenz mit den anderen beiden Stufenspannungssignalen. Ein Kommutator 46 steuert die Stromrichtungen in den Statorspulen 48.

Wie oben beschrieben wurde, ermöglichen die Schaltungen und Verfahren für einen dreiphasigen bürstenlosen Motor mit einer Fähigkeit zur Detektierung von Indexpunkten entsprechend einem Ausführungsbeispiel

der vorliegenden Erfindung eine reduzierte Schaltungsgröße und Kosten durch das Ermöglichen eines weichen Schaltens, wobei nur ein Hall-Sensor statt drei, wie bei der konventionellen Technik verwendet werden. Die Detektion von Indexpunkten kann auch durch die Verwendung einer Schaltung statt einer Vielzahl von mechanischen Elementen bereitgestellt werden.

In den Zeichnungen und der Beschreibung wurden typische bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung offenbart und obwohl spezielle Begriffe verwendet werden, sind diese nur in einem gattungsmäßigen und beschreibenden Sinn gebraucht und nicht für den Zweck der Begrenzung, wobei der Schutzbereich der Erfindung durch die folgenden Ansprüche dargelegt ist.

#### Patentansprüche

1. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor, der einen Rotor mit einem ersten Magneten mit wechselnden magnetischen Polen und einen Stator (48) mit Drei-Phasen-Spulen umfaßt, wobei die Antriebsschaltung für den dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor folgendes aufweist:  
einen Hallsensor (40), der ein Hall-Signal basierend auf der magnetischen Feldstärke des ersten Magnets erzeugt;  
einen Extrempunktdetektor (42), der ein Extrempunktsignal basierend auf den extremen Punkten des Hall-Signals erzeugt;  
ein Stufenspannungsgenerator (44), der ein erstes, ein zweites und ein drittes Stufenspannungssignal (Ustp, Vstp, Wstp) basierend auf dem Extrempunktsignal erzeugt, wobei jedes Stufenspannungssignal eine Signalperiode hat, die dreimal die Periode des Hall-Signals ist, und eine Phasendifferenz mit den anderen zwei Stufenspannungssignalen von 120 bzw. 240 Grad hat; und  
ein Kommutator (46), der eine Stromrichtung in jeder der Statorspulen basierend auf den Spannungsdifferenzen zwischen jedem der drei Stufenspannungssignale bzw. dem Hall-Signal steuert.
2. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor einen zweiten Magneten mit wechselnden magnetischen Polen hat und das Verhältnis der magnetischen Polarität des ersten Magneten zu dem zweiten Magneten drei zu eins ist, wobei der erste Magnet zum Steuern der Rotationsgeschwindigkeit des Motors verwendet wird und der zweite Magnet zum Erzeugen eines Drehmoments für die Motorrotation verwendet wird.
3. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kommutator erste, zweite und dritte an einen Emitter gekoppelte Paare aufweist, die die ersten, die zweiten bzw. die dritten Stufenspannungssignale (Ustp, Vstp, Wstp) erhalten, und die alle das Hall-Signal erhalten, wobei jedes der an einen Emitter gekoppelten Paare den Stromfluß dadurch basierend auf den Spannungsunterschieden der jeweiligen Stufenspannungssignale des Hall-Signals variiert, und der Kommutator (46) einen Inverter aufweist, der die Richtung des Stromflusses in jeder Statorspule basierend auf dem Strom, der durch die Ausgangsanschlüsse der an einen Emitter gekoppelten Paare

steuert.

4. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stufenspannungsgenerator (44) einen Schaltsignalgenerator (50), der ein erstes Signalpaar ( $x_1, x_2$ ) mit zwei Signalen mit einer Phasendifferenz dazwischen von 180 Grad und ein zweites Signalpaar ( $y_1, y_2$ ) mit zwei Signalen mit einer Phasendifferenz dazwischen von 180 Grad und mit 120 Grad Phasendifferenz jeweils zwischen den zwei Signalen des ersten Signalpaars, und ein drittes Signalpaar ( $z_1, z_2$ ) produziert mit zwei Signalen mit einer Phasendifferenz dazwischen von 180 Grad und jeweils mit 120 Grad Phasendifferenz zwischen den korrespondierenden Signalen in den ersten und zweiten Signalpaaren, und eine Schalteinrichtung für das Erzeugen der ersten, der zweiten und der dritten Stufenspannungssignale ( $U_{stp}, V_{stp}, W_{stp}$ ) basierend auf dem ersten, dem zweiten und dem dritten Signalpaar aufweist, wobei jedes Stufenspannungssignal einen Standardspannungslevel, ein oberhalb der Standardspannung liegendes Level und ein unterhalb der Standardspannung liegendes Level hat.

5. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der ersten, der zweiten und der dritten Signalpaare ein erstes Level und ein zweites Level für vier Perioden bzw. für zwei Perioden des Extrempunktsignals aufrechterhält.

6. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Stufenspannungssignale ( $U_{stp}, V_{stp}, W_{stp}$ ) ein oberhalb der Standardspannung liegendes Level für zwei erste Perioden des Extrempunktsignals, das Standardspannungslevel für eine nächste Periode des Extrempunktsignals, ein unterhalb der Standardspannung liegendes Level für zwei nächste Perioden des Extrempunktsignals und das Standardspannungslevel für eine nächste Periode des Extrempunktsignals beibehält.

7. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung erste, zweite und dritte Flip-Flops (60, 62, 64), von denen alle das Extrempunktsignal empfangen, einen ersten bis einen vierten Inverter (INV1—INV4) und ein erstes bis ein achtes Logik-Gatter (ND1—ND8) aufweist;

wobei das zweite Flip-Flop (62) einen invertierten Output des ersten Flip-Flops (60) empfängt und das dritte Flip-Flop (64) einen Output des zweiten Flip-Flops empfängt;

wobei das erste Logik-Gatter (ND1) den invertierten Output des ersten und des zweiten Flip-Flops mit einer Nicht-Und-Verknüpfung wandelt, und das zweite Logik-Gatter (ND2) den Output des ersten Logik-Gatters und des dritten Flip-Flops mit einer Nicht-Und-Verknüpfung wandelt, und der Output des zweiten Logik-Gatters durch den ersten Inverter (INV1) empfangen wird, und der Output des ersten Inverters durch das erste Flip-Flop empfangen wird;

wobei der Output des dritten Flip-Flops und der invertierte Output des zweiten und des ersten Flip-Flops ein erstes, ein zweites bzw. ein drittes Pha-

sentaktsignal ( $u, v, w$ ) erzeugen; wobei der zweite, der dritte und der vierte Inverter (INV2, INV3, INV4) den Output des ersten, des zweiten bzw. des dritten Phasentaktsignals invertieren;

wobei das dritte Logik-Gatter (ND3) eines der zwei Signale des ersten Signalpaars ( $x_1, x_2$ ) durch Empfangen und Wandeln mit einer Nicht-Und-Verknüpfung des ersten Phasentaktsignals ( $u$ ) und des Outputs des dritten Inverters (INV3) erzeugt, und das vierte Logik-Gatter (ND4) das andere Signal ( $x_2$ ) des ersten Signalpaars durch Empfangen des zweiten Phasentaktsignals ( $v$ ) und des Outputs des zweiten Inverters (INV2) erzeugt;

wobei das fünfte Logik-Gatter (ND5) eines der zwei Signale des zweiten Signalpaars ( $y_1, y_2$ ) durch Empfangen und Wandeln mit einer Nicht-Und-Verknüpfung des zweiten Phasentaktsignals ( $v$ ) und des Outputs des vierten Inverters (INV4) erzeugt, und das sechste Logik-Gatter (ND6) das andere Signal ( $y_2$ ) des zweiten Signalpaars durch Empfangen des dritten Phasentaktsignals ( $w$ ) und das Output des dritten Inverters (INV3) erzeugt; und

wobei das siebte Logik-Gatter (ND7) eines der zwei Signale des dritten Signalpaars ( $z_1, z_2$ ) durch Empfangen und Wandeln mit einer Nicht-Und-Verknüpfung des dritten Phasentaktsignals ( $w$ ) und des Outputs des zweiten Inverters (INV2) erzeugt, und das achte Logik-Gatter (ND8) das andere Signal ( $z_2$ ) des dritten Signalpaars durch Empfangen des ersten Phasentaktsignals ( $u$ ) und des Outputs des vierten Inverters (INV4) erzeugt.

8. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Stufenspannungssignal ( $U_{stp}, V_{stp}, W_{stp}$ ) oberhalb des Standardspannungslevels für erste zwei Perioden des Extrempunktsignals, auf Standardspannungslevel für eine nächste Periode des Extrempunktsignals unterhalb des Standardspannungslevels für nächste zwei Perioden des Extrempunktsignals und auf dem Standardspannungslevel für eine nächste Periode des Extrempunktsignals verbleibt.

9. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung erste, zweite und dritte Flip-Flops (60, 62, 64), die alle das Extrempunktsignal empfangen, einen ersten bis einen vierten Inverter (INV1—INV4) und ein erstes bis ein achtes Logik-Gatter (ND1—ND8) aufweist;

wobei das zweite Flip-Flop (62) einen invertierten Output des ersten Flip-Flops (60) empfängt und das dritte Flip-Flop (64) einen Output des zweiten Flip-Flops empfängt;

wobei das erste Logik-Gatter (ND1) den invertierten Output des ersten und des zweiten Flip-Flops mit einer Nicht-Und-Verknüpfung wandelt, und das zweite Logik-Gatter den Output des ersten Logik-Gatters und des dritten Flip-Flops mit einer Nicht-Und-Verknüpfung wandelt, und der Output des zweiten Logik-Gatters durch den ersten Inverter (INV1) empfangen wird, und der Output des ersten Inverters durch das erste Flip-Flop (60) empfängen wird;

wobei der Output des dritten Flip-Flops und der invertierte Output des zweiten und des ersten Flip-Flops ein erstes, ein zweites bzw. ein drittes Pha-

Flops ein erstes, ein zweites bzw. ein drittes Phasentaktsignal (u, v, w) erzeugen; wobei der zweite, der dritte und der vierte Invertierer den Output des ersten, des zweiten bzw. des dritten Phasentaktsignals invertieren; wobei das dritte Logik-Gatter (ND3) eines der zwei Signale des ersten Signalpaars (x1, x2) durch Empfangen und Wandeln mit einer Nicht-Und-Verknüpfung des ersten Phasentaktsignals (u) und des Outputs des dritten Invertierers (INV3) erzeugen, und das vierte Logik-Gatter (ND4) das andere Signal (x2) des ersten Signalpaars durch Empfangen des zweiten Phasentaktsignals (v) und des ersten Outputs des zweiten Inverters (INV2) erzeugt; wobei das fünfte Logik-Gatter (ND5) eines der zwei Signale des zweiten Signalpaars (y1, y2) durch Empfangen und Wandeln mit einer Nicht-Und-Verknüpfung des zweiten Phasentaktsignals (v) und des Outputs des vierten Inverters (INV4) erzeugt, und das sechste Logik-Gatter (ND6) das andere Signal (y2) des zweiten Signalpaars durch Empfangen des dritten Phasentaktsignals (w) und das Output des dritten Inverters (INV3) erzeugt; und das siebte Logik-Gatter (ND7) eines der zwei Signale des dritten Signalpaars (z1, z2) durch Empfangen und Wandeln mit einer Nicht-Und-Verknüpfung des dritten Phasentaktsignals (w) und des Outputs des zweiten Inverters (INV2) erzeugt, und das achte Logik-Gatter (ND8) das andere Signal (z2) des dritten Signalpaars durch Empfangen des ersten Phasentaktsignals (u) und des Outputs des vierten Inverters (INV4) erzeugt.

10. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung einen ersten Schalter (52), einen zweiten Schalter (54) und einen dritten Schalter (56) aufweist, die das erste, das zweite bzw. das dritte Signalpaar empfangen.

11. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der ersten, zweiten und der dritte Schalter zwei Widerstände (R1, R2), die in Reihe zwischen einer Spannungsquelle (Vcc) und der Erde verbunden sind, zwei Stromquellen (I1, I2), die parallel zu einem der zwei Widerstände verbunden sind, und eine Einrichtung zum Anschalten oder Abschalten der Spannungsquelle basierend auf den Zustand der Signalpaare aufweist.

12. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung einen ersten, einen zweiten und einen dritten Schalter (52, 54, 56) zum Empfangen des ersten, des zweiten bzw. des dritten Signalpaars aufweist.

13. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß jede der drei Schalteinrichtungen eine erste und eine zweite Stromquelle (I1, I2), die mit einer Spannungsquelle (Vcc) bzw. der Erde verbunden sind, einen ersten und einen zweiten Widerstand (R1, R2), die in Reihe zwischen der Spannungsquelle und der Erde verbunden sind, und einen Schalter aufweisen, der entweder näher an der ersten oder der zweiten Stromquelle oder geöffnet in Abhängigkeit von dem Zustand der Si-

gnalpaars ist, und der einen Ausgangsanschluß hat, der mit einem Punkt zwischen dem ersten und dem zweiten Widerstand verbunden ist.

14. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und der zweite Widerstand einen identischen Widerstand haben.

15. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Standardspannung die Hallvorspannung des Hall-Signals ist.

16. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Kombination mit einem dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem ersten Magneten mit wechselnden magnetischen Polen und einem Stator mit drei Fadenspulen.

17. Indexpunkt detektorschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem Magneten, der einen demagnetisierten Abschnitt hat, umfassend: einen Hallsensor (40), der ein Hall-Signal entsprechend der magnetischen Feldstärke des Magneten erzeugt; eine absolute Wertschaltung (130), die ein absolutes Wertsignal (Vabs) des Hall-Signals erzeugt; einen Extrempunktdetektor (132), der ein Extrempunktsignal basierend auf den Extrempunkten des absoluten Wertsignals erzeugt; und einen Indexpunktgenerator (134), der einen Indexpunkt an einem Punkt erzeugt, an dem das Extrempunktsignal zweimal innerhalb einer halben Periode des Hall-Signals ausgegeben wird, um den Startpunkt der Motorrotation anzugeben.

18. Indexpunkt detektorschaltung für einen mehrphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Indexpunktgenerator ein erstes D Flip-Flop (150), das eine hohe Levelspannungsquelle als einen Dateneingang und ein Rücksetzsignal (RS), das jede halbe Periode des Hall-Signals erzeugt wird, als ein Rücksetzeingang und das Extrempunktsignal als einen Takteingang empfängt, und ein zweites D Flip-Flop (152), das den Output des ersten D Flip-Flop empfängt und das Rücksetzsignal (RS) als einen Rücksetzeingang und das Extrempunktsignal als einen Takteingang empfängt, und ein Logik-Gatter (155), das den Output des zweiten D Flip-Flop und des Extrempunktsignals mit einer Und-Verknüpfung verbindet, aufweist.

19. Indexpunkt detektorschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Rücksetzsignal (RS) erzeugt wird, wenn das Hall-Signal identisch mit der Hallvorspannung ist.

20. Indexpunkt detektorschaltung nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch eine Kombination mit einem dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem Magneten, der einen demagnetisierten Abschnitt hat.

21. Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem Magneten, der einen demagnetisierten Abschnitt hat, wobei die Antriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor fol-

gendes umfaßt:  
 einen Hall-Sensor (40), der ein Hall-Signal entsprechend der magnetischen Feldstärke des Magneten erzeugt;  
 eine absolute Wertschaltung (130), die das Hall-Signal empfängt und ein absolutes Wertsignal ( $V_{abs}$ ) davon ausgibt;  
 einen Extrempunktdetektor (132), der ein Extrempunktsignal basierend auf Extrempunkten des absoluten Wertsignals erzeugt;  
 einen Indexpunktgenerator (134), der einen Indexpunkt an Punkten erzeugt, wo das Extrempunktsignal zweimal in einer halben Periode des Hall-Signals ausgegeben wird, um einen Startpunkt der Motorrotation anzuzeigen;  
 eine Taktsignalfusionsschaltung (160), die das Extrempunktsignal empfängt und ein Taktsignal nur für die Extrempunkte des Hall-Signals erzeugt;  
 einen Stufenspannungsgenerator (44), der das Taktsignal empfängt und drei Stufenspannungssignale ( $U_{stp}$ ,  $V_{stp}$ ,  $W_{stp}$ ) erzeugt, die eine Signalperiode von dreimal der des Hall-Signals haben, wobei jedes Stufenspannungssignal eine Phasendifferenz mit den anderen zwei Stufenspannungssignalen von 120 und 240 Grad hat; und  
 ein Kommutator (30), der die Richtung des Stroms in jeder der Statorspulen durch die Verwendung der Spannungsdifferenzen zwischen jeder der drei Stufenspannungssignale bzw. dem Hall-Signal steuert.

22. Anriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch eine Kombination mit einem dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem Magneten, der einen demagnetisierten Abschnitt hat.

23. Anriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem ersten Magneten mit wechselnden magnetischen Polen und einem Stator (48) mit drei Phasenspulen, wobei die Anriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor einen Hall-Sensor, der ein Hall-Signal basierend auf der magnetischen Feldstärke des ersten Magneten erzeugt;

einen Extrempunktdetektor (132), der ein Extrempunktsignal basierend auf den Extrempunkten des Hall-Signals und eine Steuerung, die eine Stromrichtung in jeder der Statorspulen, basierend auf dem Extrempunktsignal steuert, aufweist.

24. Anriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 23, gekennzeichnet durch eine Kombination mit einem dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem ersten Magnet mit wechselnden magnetischen Polen und einem Stator mit drei Phasenspulen.

25. Indexpunktorschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem Magneten, der einen demagnetisierten Abschnitt hat, umfassend:  
 einen Hallsensor (40), der ein Hall-Signal entsprechend der magnetischen Feldstärke des Magnets erzeugt; und  
 einen Indexpunktgenerator (134), der einen Indexpunkt von dem Hall-Signal erzeugt, um den Startpunkt der Motorrotation anzuzeigen.

26. Indexpunktorschaltung nach Anspruch

25, gekennzeichnet durch eine Kombination mit einem dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem Magneten, der einen demagnetisierten Abschnitt hat.

27. Anriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem Magneten, der einen demagnetisierten Abschnitt hat, wobei die Anriebsschaltung für den dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor einen Hall-Sensor (40), der ein Hall-Signal entsprechend der magnetischen Feldstärke des Magneten, einen Indexpunktgenerator (134), der einen Indexpunkt von dem Hall-Signal erzeugt, um einen Startpunkt der Motorrotation anzuzeigen, und eine Steuerung aufweist, die die Richtungen der Ströme in jeder der Statorspulen basierend auf dem Hall-Signal steuert.

28. Anriebsschaltung für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor nach Anspruch 27, gekennzeichnet durch eine Kombination mit einem dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem Magneten, der einen demagnetisierten Abschnitt hat.

29. Verfahren für eine Anriebsschaltung eines dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotors, der einen Rotor mit einem ersten Magneten mit wechselnden magnetischen Polen und einen Stator (48) mit drei Phasenspulen aufweist, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:  
 Erzeugen eines Hall-Signals basierend auf der magnetischen Feldstärke des ersten Magneten;  
 Erzeugen eines Extrempunktsignals basierend auf extremen Punkten des Hall-Signals;  
 Erzeugen eines ersten, eines zweiten und dritten Stufenspannungssignals ( $U_{stp}$ ,  $V_{stp}$ ,  $W_{stp}$ ) basierend auf dem Extrempunktsignal, wobei jedes Stufenspannungssignal eine Signalperiode hat, die dreimal die Periode des Hall-Signals ist, und eine Phasendifferenz mit den zwei anderen Stufenspannungssignalen von 120 bzw. 240 Grad hat; und  
 Steuern einer Stromrichtung in jeder der Statorspulen basierend auf der Spannungsdifferenz zwischen jedem der drei Stufenspannungssignale bzw. des Hall-Signals.

30. Verfahren für eine Anriebsschaltung eines dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotors nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt der Erzeugung der Stufenspannung die Schritte umfaßt:  
 Erzeugen eines ersten Signalpaars ( $x_1$ ,  $x_2$ ) mit zwei Signalen mit einer Phasendifferenz von 180 Grad dazwischen, einem zweiten Signalpaar ( $y_1$ ,  $y_2$ ) mit zwei Signalen mit einer Phasendifferenz von 180 Grad dazwischen und mit einer Phasendifferenz zwischen den zwei Signalen des ersten Paares von jeweils 120 Grad, und einem dritten Signalpaar ( $z_1$ ,  $z_2$ ) mit zwei Signalen mit einer Phasendifferenz von 180 Grad dazwischen und mit einer Phasendifferenz zwischen den korrespondierenden Signalen der ersten und zweiten Signalpaare von 120 Grad; und  
 Erzeugen der ersten, zweiten und dritten Stufenspannungssignale ( $U_{stp}$ ,  $V_{stp}$ ,  $W_{stp}$ ) basierend auf dem ersten, dem zweiten und dem dritten Signal, wobei jedes Stufenspannungssignal ein Standardspannungslevel, ein oberhalb der Standardspannung liegendes Level und ein unterhalb der Standardspannung liegendes Level hat.

31. Verfahren zum Detektieren eines Indexpunktes für einen dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotor mit einem Rotor mit einem Magneten, der einen demagnetisierten Abschnitt hat, wobei das Verfahren zum Detektieren eines Indexpunktes die 5 Schritte umfaßt:

Erzeugen eines Hall-Signals entsprechend der magnetischen Feldstärke des Magneten;

Erzeugen eines absoluten Wertsignals des Hall-Signals;

Ausgeben eines Extrempunktsignals basierend auf extremen Punkten des absoluten Wertsignals; und Erzeugen eines Indexpunktes bei einem Punkt, wo das Extrempunktsignal zweimal innerhalb einer halben Periode des Hall-Signals ausgegeben wird, 15 um einen Startpunkt der Motorrotation anzuseigen.

32. Verfahren für eine Antriebsschaltung eines dreiphasigen, bürstenlosen Gleichstrommotors mit einer Fähigkeit zur Detektierung eines Indexsignals 20 mit einem Rotor mit einem Magneten, der einen demagnetisierten Abschnitt hat, wobei das Antriebsverfahren die Schritte umfaßt:

Erzeugen eines Hall-Signals entsprechend der magnetischen Feldstärke des Magneten;

Empfangen des Hall-Signals und Ausgeben eines absoluten Wertsignals davon;

Erzeugen eines Extrempunktsignals basierend auf extremen Punkten des absoluten Wertsignals;

Erzeugen eines Indexpunktes an Punkten, wo das 30 Extrempunktsignal zweimal in einer halben Perioden des Hall-Signals ausgegeben wird, um einen Startpunkt der Motorrotation anzuseigen;

Empfangen des Extrempunktsignals und Erzeugen eines Taktsignals für nur die extremen Punkte des 35 Hall-Signals;

Empfangen des Taktsignals und Erzeugen von drei Stufenspannungssignalen, die eine Signalperiode haben, die dreimal die des Hall-Signals ist, wobei jedes Stufenspannungssignal einen Phasendiffe- 40 renz mit den beiden anderen Stufenspannungssignalen von 120 und 240 Grad hat; und

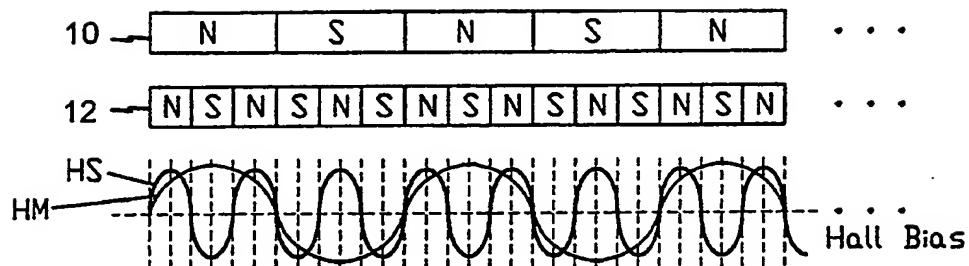
Steuern der Richtungen der Ströme in jeder der Statorspulen durch die Verwendung der Spannungsgradienten zwischen jeder der drei Stufen- 45 spannungssignale bzw. dem Hall-Signal.

---

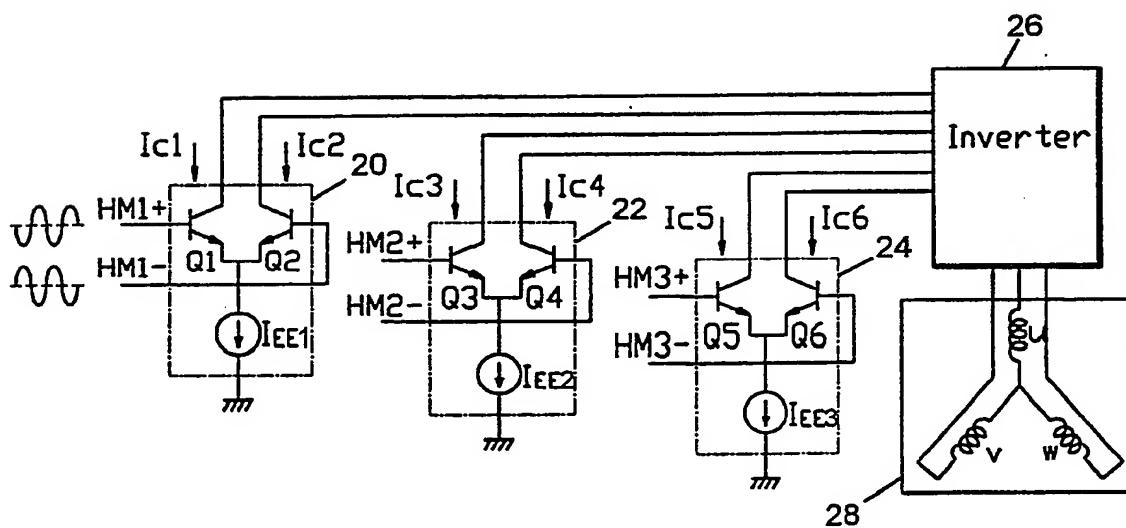
Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

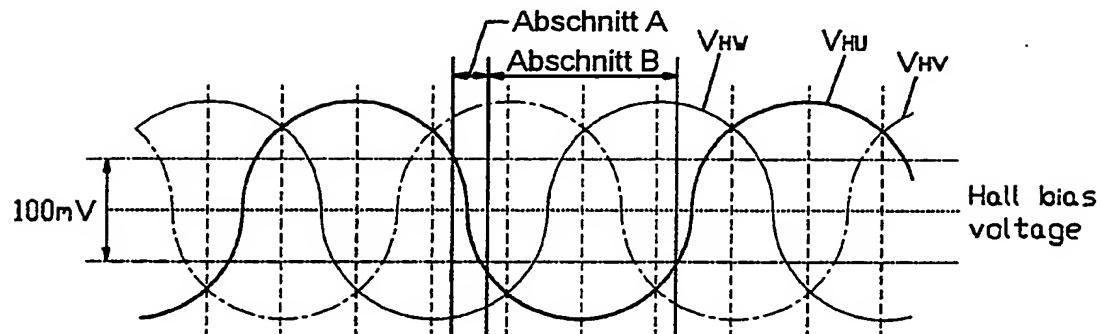
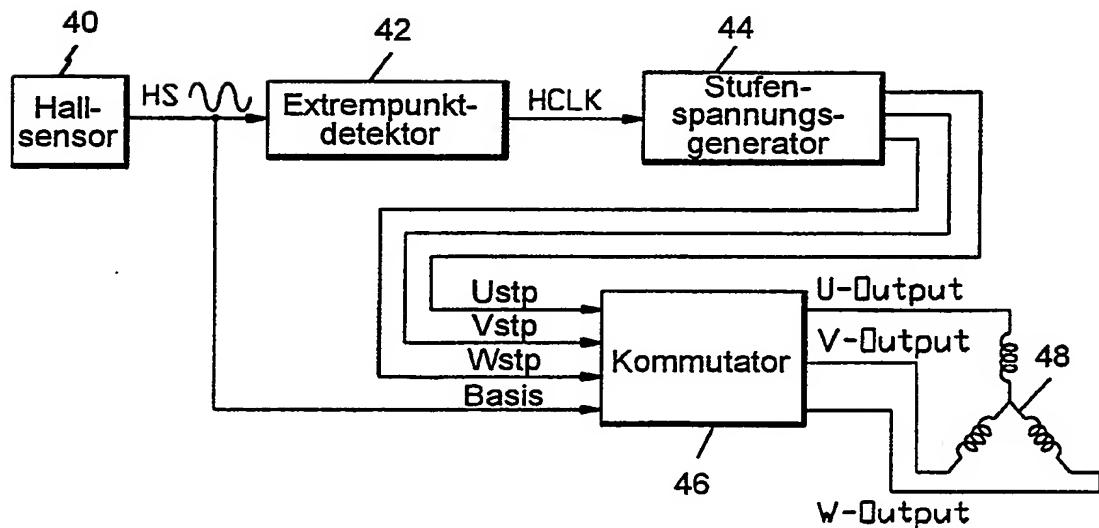
**FIG. 1**  
(Stand der Technik)

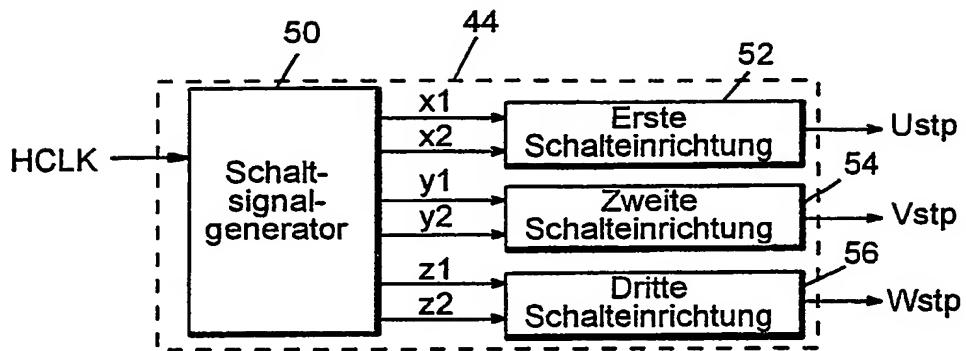
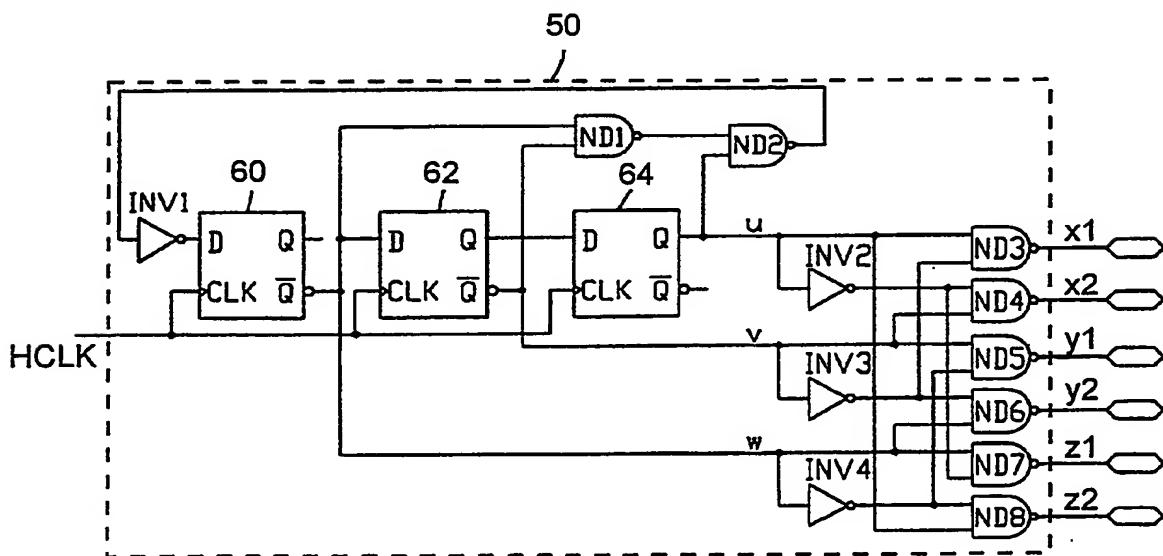


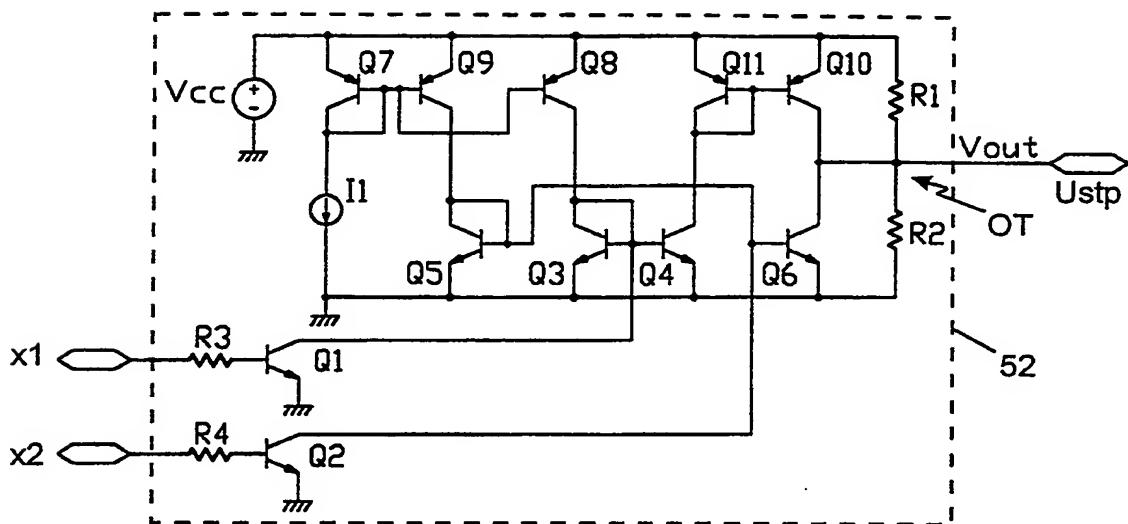
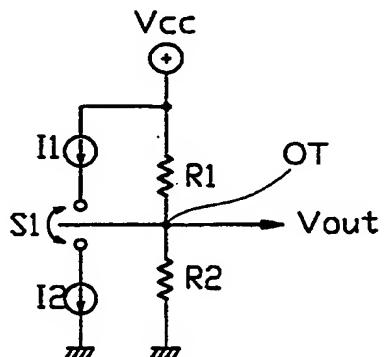
**FIG. 2**  
(Stand der Technik)



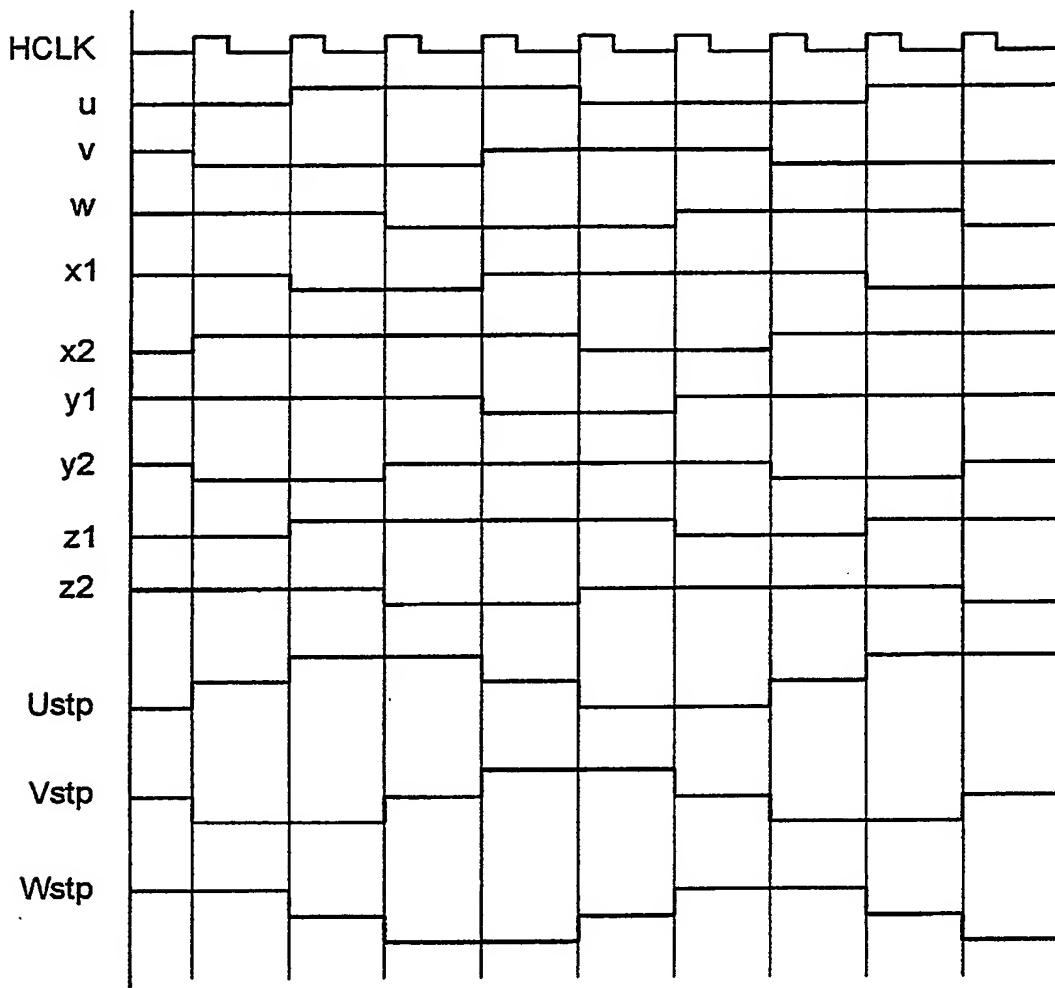
**FIG. 3**  
(Stand der Technik)

**FIG. 4**

**FIG. 5****FIG. 6**

**FIG. 7****FIG. 8a****FIG. 8b**

$x_1$	$x_2$	$S_1$
H	H	Offen
L	H	Näher an T1
H	L	Näher an T2

**FIG. 9**

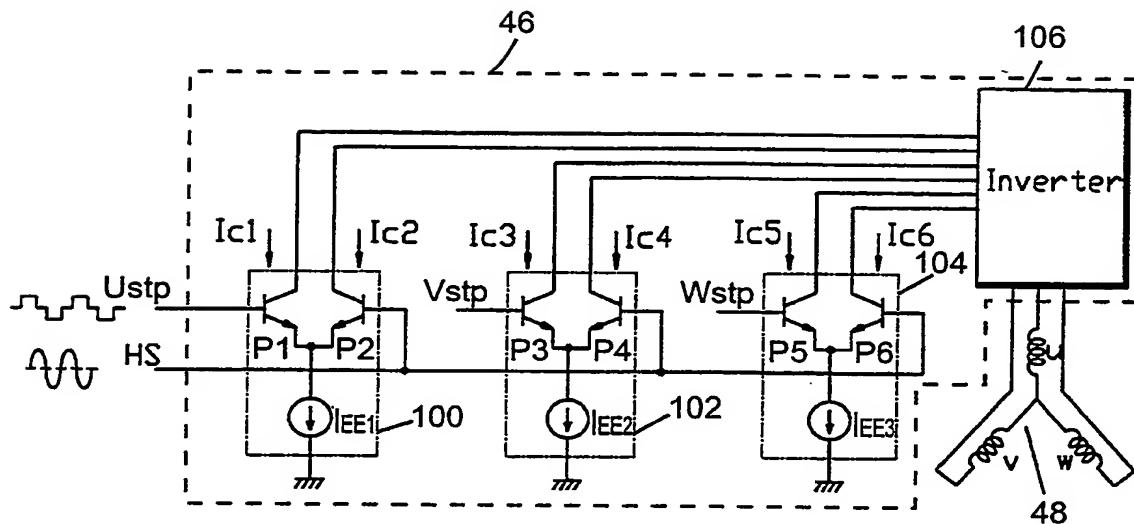
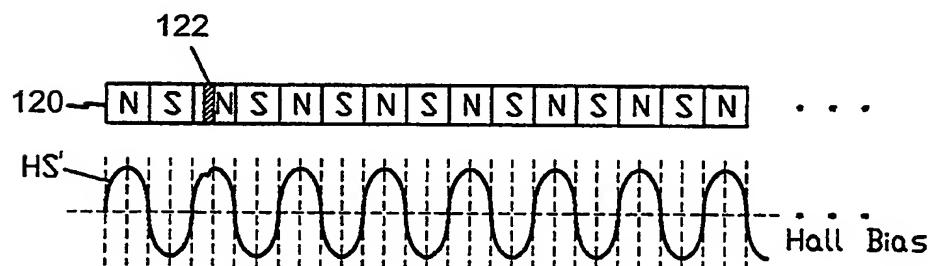
**FIG. 10****FIG. 12**

FIG. 11

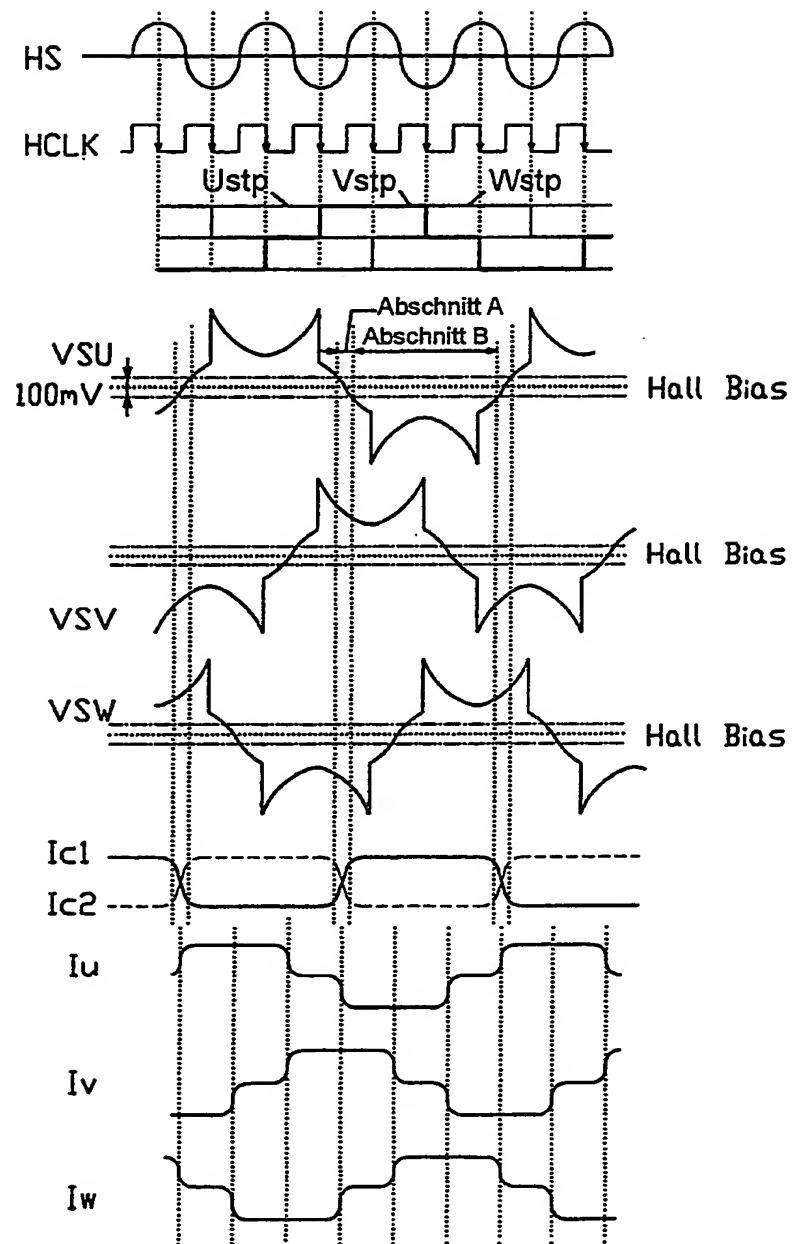


FIG. 13

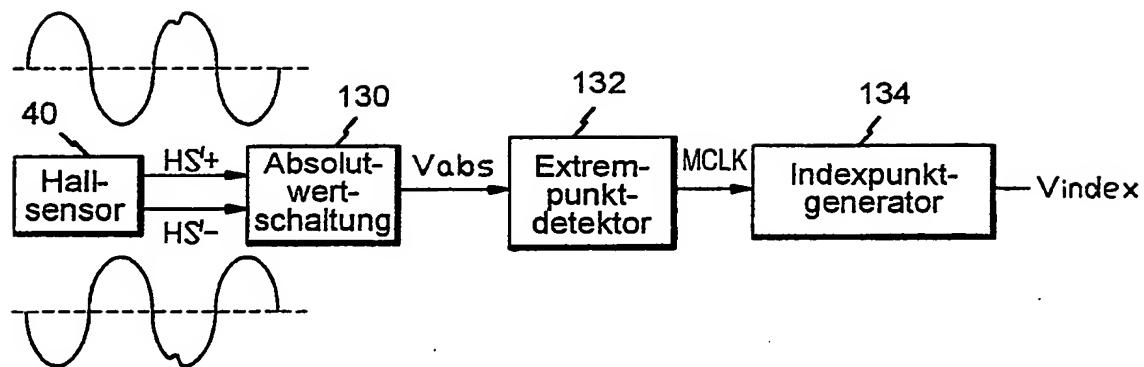


FIG. 15

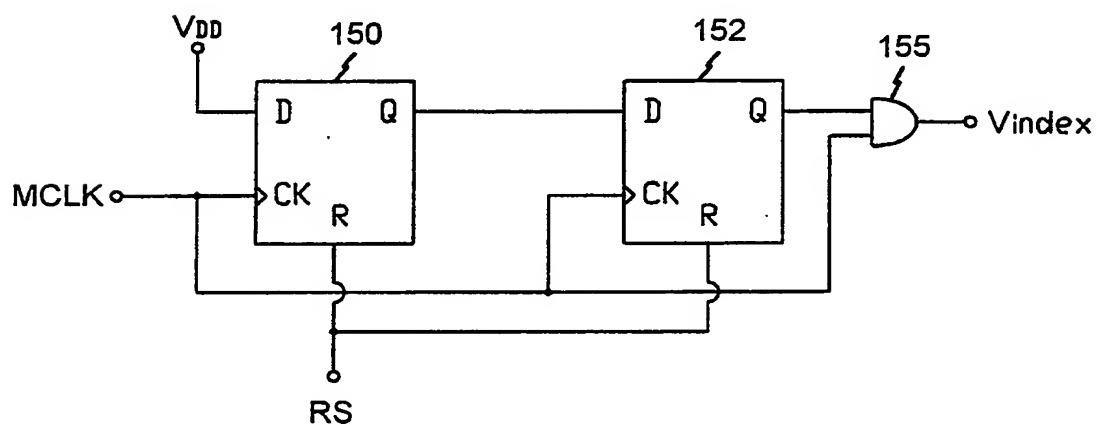
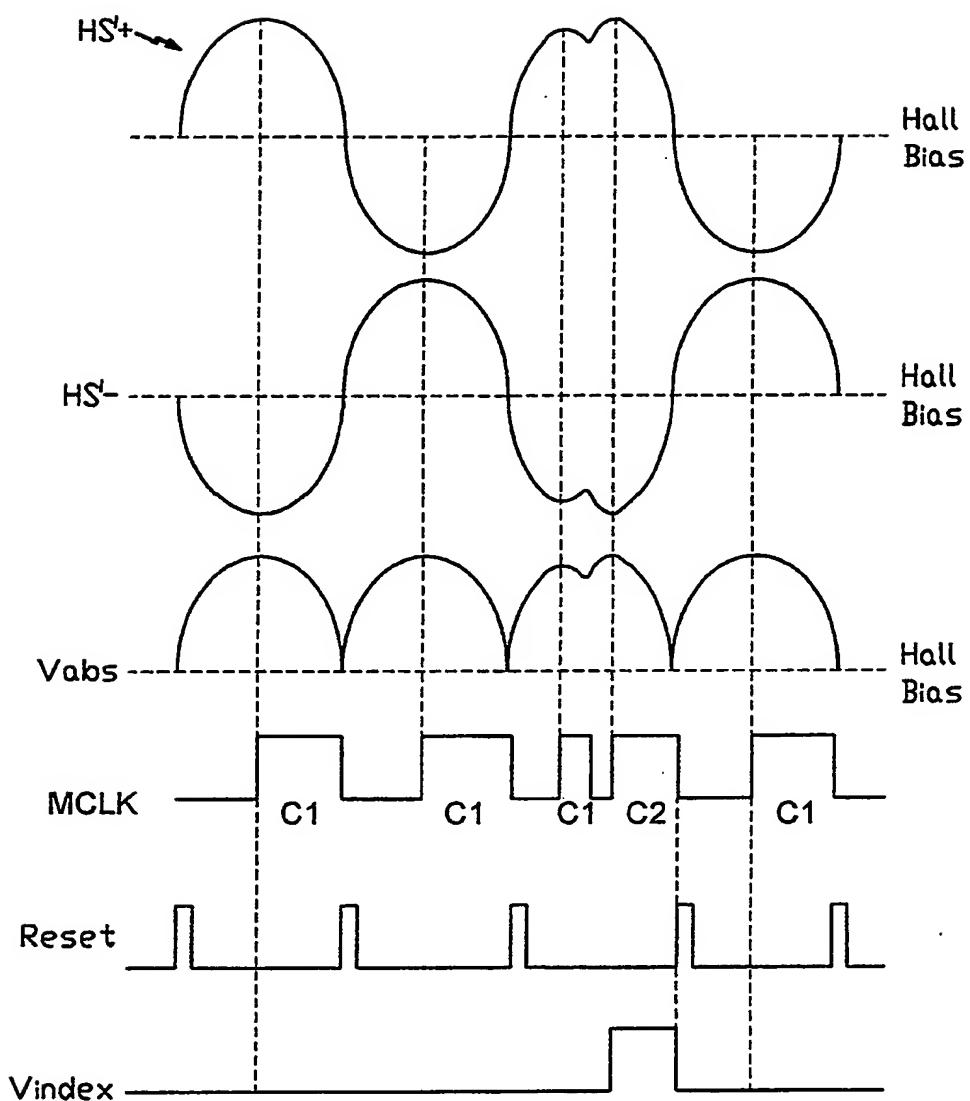


FIG. 14



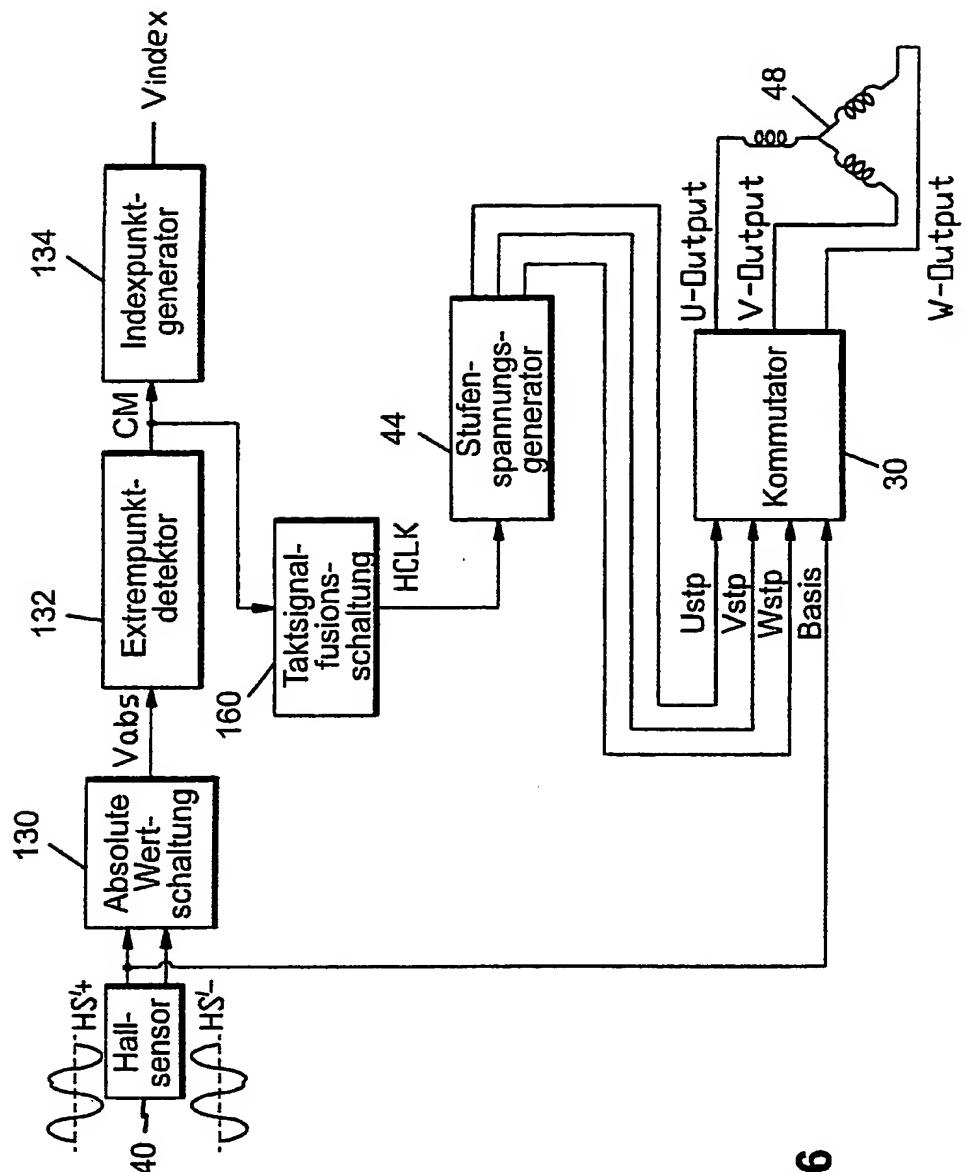


FIG. 16

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**